



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108056810 B

(45)授权公告日 2020.07.31

(21)申请号 201711091884.6

A61B 17/72(2006.01)

(22)申请日 2017.11.08

A61B 17/90(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108056810 A

A61B 90/13(2016.01)

(43)申请公布日 2018.05.22

(30)优先权数据

62/419,410 2016.11.08 US

(56)对比文件

CN 1994235 A,2007.07.11

CN 100998518 A,2007.07.18

CN 2435052 Y,2001.06.20

CN 1443083 A,2003.09.17

CN 2815293 Y,2006.09.13

CN 101068501 A,2007.11.07

CN 1489979 A,2004.04.21

US 5540691 A,1996.07.30

US 2002077541 A1,2002.06.20

WO 2012156915 A2,2012.11.22

WO 2011021188 A1,2011.02.24

US 5417688 A,1995.05.23

WO 9517133 A1,1995.06.29

(73)专利权人 高雄医学大学

地址 中国台湾高雄市三民区十全一路100号

专利权人 中山大学

(72)发明人 傅尹志 王朝盛 李天庆 何美玲 陈威圻

审查员 张站柱

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

代理人 郝传鑫

(51)Int.Cl.

A61B 17/92(2006.01)

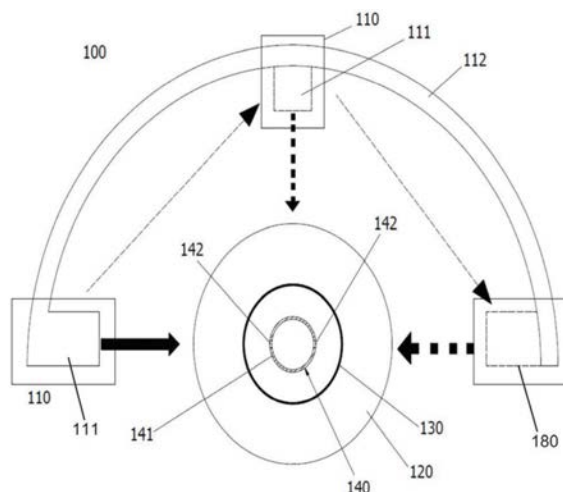
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种非侵入式锁固骨骼的定位系统及方法

(57)摘要

本发明涉及一种非侵入式锁固骨骼的定位系统,其中骨骼的骨髓置入一骨髓内钉,该骨髓内钉具有一管壁及贯穿该管壁的至少一贯孔,以供对应的至少一固定螺丝锁固,该系统包括:一体外定位器,具有至少一光源,发射具有一波长的激光,用以入射至一肌肉组织成一入射光,并经由该肌肉组织及骨骼而穿透成穿透光;以及一光学固定器,具有一光学透镜,及用以可拆除式地置放该光学透镜的一定位环部,其中,藉由该入射光的聚焦光点、该穿透光的聚焦光点、及该至少一贯孔成一直线,用以确定锁固该骨髓内钉的直线位置。



CN 108056810 B

1. 一种非侵入式锁固骨骼的定位系统,其中骨骼的骨髓置入一骨髓内钉,该骨髓内钉具有一管壁及贯穿该管壁的至少一贯孔,以供对应的至少一固定螺丝锁固,所述定位系统包括:

具有至少一光源的体外定位器,其中所述至少一光源配置为向包围待固定骨骼的肌肉组织发射特定波长的激光,以形成能入射至所述肌肉组织的入射光,所述入射光能穿透肌肉组织、待固定骨骼和至少一贯孔,从而穿透出穿透光,其中,所述定位系统还配置成感测所述穿透光的光点,其特征在于:

所述激光的亮度能够调整;以及

所述定位系统还包括

滑轨,所述滑轨是用以放置至少一光源和使所述至少一光源旋转,其中所述体外定位器能够移动地连接至所述滑轨,使得所述体外定位器相对于待固定骨骼周围的肌肉组织作180度转动,以寻找所述入射光能够通过所述一贯孔的位置并在找到穿透光的光点后寻找最亮的位置,

光学固定器,所述光学固定器包括光学透镜和用以可拆除式地置放所述光学透镜的定位环部,其中,为了将所述光学固定器定位在入射光和穿透光的两个点上,所述光学透镜可拆除式地安装在所述定位环部有助于确定入射光的聚焦光点和穿透光的聚焦光点,其中,当入射光的聚焦光点与穿透光的聚焦光点成一直线时,所述至少一贯孔对齐在同一行上,以确认螺丝接合和固定骨髓内钉的直线位置。

2. 如权利要求1所述的定位系统,其中所述至少一光源进而包含一光纤,用以导引所述激光的发射。

3. 如权利要求1所述的定位系统,进而包含一第一偏振片,设置于所述至少一光源与所述肌肉组织之间,所述第一偏振片的偏振角度能够调整,用以使所述入射光沿一固定方向前进而成单一振动方向的光,以深入所述肌肉组织的深层。

4. 如权利要求1所述的定位系统,进而包含一衰减片,置于所述肌肉组织的穿透光侧,用以减少所述肌肉组织内重复散射的光发射至所述肌肉组织外,使直行的光穿透而出。

5. 如权利要求3所述的定位系统,进而包含一第二偏振片,置于所述肌肉组织的穿透光侧,用以使固定方向的穿透光通过,而抑止通过所述肌肉组织的散射光干扰外部成像。

6. 如权利要求5所述的定位系统,其中所述第一及所述第二偏振片的穿透光的强度I的计算公式为 $I = I_0 \cos^2 \theta$,其中 I_0 为入射光的强度, θ 为所述入射光的偏振方向与一主轴的夹角。

7. 如权利要求1所述的定位系统,其中所述至少一光源为二个光源,能够发射两个具有不同波长的激光,用以分别产生具两个同心圆的中心光点,以利于一中心点的定位。

8. 如权利要求7所述的定位系统,其中所述不同波长的激光的波长为635nm及1064nm。

9. 如权利要求1所述的定位系统,其中进而包含一光纤耦合器(NX1coupler),用以结合两个以上光源所发射的具相同波长的激光,以提高发光功率。

10. 如权利要求1所述的定位系统,其中所述激光的波长的范围为600nm至1500nm。

11. 如权利要求1所述的定位系统,其中所述骨骼为一骨折的下肢骨。

12. 如权利要求7所述的定位系统,进而包含一电荷耦合装置(CCD),用以接收所述两个同心圆的中心光点。

13. 如权利要求1所述的定位系统,其中所述至少一光源是为产生脉冲激光的光源或为具有控制激光出光的时间间隔的光源。

一种非侵入式锁固骨骼的定位系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种非侵入式锁固骨骼的定位系统及方法,尤指一种利用激光以快速、安全及准确地作体外定位的技术,该激光透过肌肉组织,骨髓并透过贯孔而从肌肉组织的一侧出光,以决定经由贯孔锁固螺钉至骨髓的精确定位。

背景技术

[0002] 下肢骨折是骨科临床实务最常处理的骨折之一,这些骨折常造成长期及广泛的残疾及失能,尤其是在遭受高强度外伤后可能伴随多重系统的伤害。骨髓内钢钉和微创互锁式骨板被认为是处理下肢长骨骨折的主要固定方式。在现有的技术中,虽然胫骨及股骨的骨钉/骨板技术已臻成熟,远端的固定螺钉对许多骨科医生来说仍是场恶梦。利用透视X光机找寻「完美圆孔」的徒手技巧仍是最常被采用的定位方式。这种方式的缺点包括较长的手术时间和辐射的曝露,还有螺钉错置的可能性。又、许多定位系统和技巧已被提出过,像是延伸型钻孔导引、电脑导航系统、透光法、远端定位导线及其他徒手定位技巧,甚至利用两支骨钉重叠的定位方法。然而上述方法大多昂贵、难以操作或误差过大以致无法精准的定位贯孔位置。又、先前技术多采体内出光定位,虽然光穿透厚度较薄,但将发光导针置入骨髓内部除了须考虑人体相容性等卫生问题外,也须顾虑光源于体内对人体造成的伤害(先前技术多为直接将灯泡或其他照明装置置入体内,因此当光源功率过高时,须考虑到灯泡本身产生热辐射对体内组织的影响;和骨髓内体液对灯泡造成损坏的风险)。

[0003] 本发明旨在解决上述问题,提供自体外定位以找贯孔及锁固螺钉至骨髓内钉,并利用光学方法降低光散射程度,能适用于各种不同厂牌的骨钉/骨板,并以新的定位方法而减少手术时间、减少螺钉错置机会、以及减少来自X光机的辐射量。

发明内容

[0004] 本发明的一目的在推出一种非侵入式锁固骨骼的定位系统及方法,使以非侵入式自体外射入激光,以精确、迅速地经由贯孔而将螺钉锁固至骨髓内钉。

[0005] 本发明的另一目的为提供一体外定位方法,利用光纤耦合原理,以提高光功率,使可穿透两倍厚度的骨骼及软组织。

[0006] 本发明的又一目的在利用不同波长或偏振光,使降低光在穿透骨头及软组织时造成的散射。

[0007] 本发明的再一目的为提供一圆形滑轨,并加以细调定位,使迅速而正确地找到骨髓内钉贯孔。

[0008] 此外,鉴于临床应用上骨折的形态和解剖位置可能会使得螺钉的位置不一致:螺钉错置可能性在于入钉位置和角度。因此,本发明的又一目的为利用光定位会于体外观测到明显光点,以此解决入钉位置的问题,其于入钉角度上,可利用两点一线的概念(即入射光与贯孔需成一直线;而贯孔与光出端也需成一直线)。

[0009] 于本发明中,其揭示一种非侵入式锁固骨骼的定位系统,其中骨骼的骨髓置入一

骨髓内钉,该骨髓内钉具有一管壁及贯穿该管壁的至少一贯孔,以供对应的至少一固定螺丝锁固,该系统包括:一体外定位器,具有至少一光源,该体外定位器用以对肌肉组织作180度转动,以观测贯穿该管壁两端的贯孔的两侧的两次暗区域,并以该等暗区域的中间点作为该贯穿贯孔的中心所在,其中该至少一光源发射具有一波长的激光,用以入射至该肌肉组织成一入射光,并经由该肌肉组织及骨骼而穿透成穿透光,且该激光的亮度可以调整;以及一光学固定器,具有一光学透镜,及用以可拆除式地置放该光学透镜的一定位环部,其中,该光学透镜与该定位环部用以移动式地分别依据该发射光及该穿透光的聚焦光点而决定该光学固定器的定位方向,其中,藉由该入射光的聚焦光点、该穿透光的聚焦光点、及该至少一贯孔成一直线,用以确定锁固该骨髓内钉的直线位置。

[0010] 在一实施例中,该至少一光源进而包含一光纤,用以导引该激光的发射。

[0011] 在一实施例中,本发明的定位系统进而包含一第一偏振片,设置于该至少一光源与该肌肉组织之间,其偏振角度可调整,用以使该入射光沿一固定方向前进而成单一振动方向的光,以深入该肌肉组织的深层。

[0012] 在一实施例中,本发明的定位系统进而包含一衰减片,置于该肌肉组织的穿透光侧,用以减少该肌肉组织内重复散射的光发射至该肌肉组织外,使直行的光穿透而出。

[0013] 在一实施例中,本发明的定位系统进而包含一第二偏振片,置于该肌肉组织的穿透光侧,用以使固定方向的穿透光通过,而抑止通过该肌肉组织的散射光干扰外部成像。

[0014] 在一实施例中,该一偏振片的穿透光强度I的计算公式为 $I = I_0 \cos^2 \theta$,其中 I_0 为入射光的强度, θ 为该入射光的偏振方向与一主轴的夹角。

[0015] 在一实施例中,该至少一光源为可发射两个具有不同波长的激光,用以分别产生具两个同心圆的中心光点,以利于该中心点的定位。

[0016] 在一实施例中,本发明的定位系统进而包含一滑轨,用以置放该至少一光源,以作转动。

[0017] 在一实施例中,该不同波长的激光的波长为635nm及1064nm。

[0018] 在一实施例中,本发明的定位系统进而包含一光纤耦合器(NX1coupler),用以结合两个以上光源所发射的具相同波长的激光,以提高发光功率。

[0019] 在一实施例中,该激光的波长的范围为600nm至1500nm。

[0020] 在一实施例中,该骨骼为一骨折的下肢骨。

[0021] 在一实施例中,本发明的定位系统进而包含一电荷耦合装置(CCD),用以接收该两个中心光点。

[0022] 在一实施例中,该至少一光源是为产生脉冲激光的光源或为具有控制激光出光的时间间隔的光源。

[0023] 于本发明中,另揭示一种非侵入式锁固骨骼的定位方法,包含下列步骤:于一骨折的下肢骨的骨髓内置入一骨髓内钉,该骨髓内钉具有至少一贯孔,以供锁固;提供一体外定位装置,具有至少一光源,用以发射至少一波长的激光至环覆该下肢骨的一肌肉组织,该体外定位装置对该肌肉组织作180度旋转,以寻找穿透该贯孔的位置,并于找到一光点之后开始微调至该光点为最亮处止,其中该至少一光源是经由一光纤导引发射该激光;提供一衰减片,使耦合至该光纤的激光于穿透该肌肉组织的光的强度减弱至易于观测;使该至少一光源发射具有二个波长的激光,其可于穿透该肌肉组织后产生具两个同心圆的中心光点,

以利于该中心光点的定位;提供至少一偏振片,并调整夹角,用以使固定方向的该二个激光通过,使该穿透光具有清晰的光点;提供一光学固定器,具有一聚焦透镜,固定于该光点中央,使能直接观测到微小光点;将该光学固定器的一固定器固定于该发射光及该穿透光的两光点上,并确保该两光点、该贯孔及一锥子接成同一直线上;以及于穿透光端的中心点处的皮肤上作深可见骨的切开,以该锥子于下肢骨上钻孔,并锁入固定螺丝。

[0024] 在一实施例中,本发明的定位方法进而重复上述步骤,以定位较近的两个远端贯孔及两个近端贯孔(近侧孔),并锁入固定螺丝。

[0025] 在一实施例中,该激光的波长范围为600nm至1500nm。

[0026] 在一实施例中,该二个波长的激光为635nm及1064nm。

[0027] 附图描述

[0028] 图1,包含图1a及图1b,所示为依据本发明一种非侵入式锁固骨骼的定位系统的架构示意图,图(1a)为本发明定位系统的贯孔寻找架构图,图1b为本发明定位系统的螺钉锁固定位架构图。

[0029] 图2所示为依据本发明一种非侵入式锁固骨骼的定位系统结合偏振片的示意图。

[0030] 图3所示为依据本发明一种非侵入式锁固骨骼的定位系统结合一衰减片的示意图。

[0031] 图4所示为依据本发明一种非侵入式锁固骨骼的定位系统使用两个光源的示意图。

[0032] 图5所示为依据本发明一种非侵入式锁固骨骼的定位系统使用一光纤耦合器及复数个相同光源的示意图。

具体实施方式

[0033] 图1,包含图1a及图1b,所示为依据本发明一种非侵入式锁固骨骼的定位系统100的架构示意图,其中,图(1a)为本发明定位系统的贯孔寻找架构图,图1b为本发明定位系统的螺钉锁固定位架构图。如图1所示,依据本发明一实施例的一种非侵入式锁固骨骼的定位系统100,其中骨骼的骨髓130置入一骨髓内钉140,该骨髓内钉140具有一管壁141及贯穿该管壁141的至少一贯孔142,以供对应的至少一固定螺丝(未示于图中)锁固,该系统100包括:

[0034] 一体外定位器110,具有至少一光源111,该体外定位器110可藉由一滑轨112而对肌肉组织120作180度转动,以观测贯穿该管壁141两端的该贯孔142两侧的两次暗区域,并以该等暗区域的中间点作为该贯穿贯孔141的中心所在,其中该至少一光源111发射具有一波长的激光,用以入射至该肌肉组织120成一入射光,并经由该肌肉组织及骨骼而穿透成穿透光,且该激光的亮度可以调整;以及

[0035] 一光学固定器150,具有一光学透镜151,及用以可拆除式地置放该光学透镜的一定位环部152,其中,该光学透镜151与该定位环部152用以移动式地分别依据该发射光及该穿透光的聚焦光点而决定该光学固定器150的定位方向,

[0036] 其中,藉由该入射光的聚焦光点、该穿透光的聚焦光点、及该至少一贯孔142成一直线,用以确定锁固该骨髓内钉140的直线位置。

[0037] 于本发明中,该至少一光源111进而包含一光纤(未示于图中),用以导引该激光的

发射。

[0038] 图2为依据本发明一种非侵入式锁固骨骼的定位系统100结合偏振片的示意图。如图2所示,本发明的定位系统100可结合一第一偏振片160,设置于该至少一光源111与该肌肉组织120之间,其偏振角度可调整,用以使该入射光沿一固定方向前进而成单一振动方向的光,以深入该肌肉组织120的深层。光穿透骨头及软组织后散射会十分严重,于体外观测时较难找到中心点。因此本发明采用增加入射光的光学特性使得成像更加清晰、改善成像的对比度或其他辅助方式来使于中心点的定位上能够更加准确且快速,改善方式之一如下:

[0039] 由于光是电磁波,它的电场与磁场是相互依存于彼此互相垂直的方向振动,电磁波在传播的过程中电场(E)、磁场(H)与传播方向(K)三者是互相垂直的关系。非偏振光含有各种振动方向的光,而由于偏振片是设计为仅容许某一光轴的光线通过,因此通过偏振片的光就会成为单一振动方向的光,此称为偏振光。

[0040] 利用偏振片产生偏振光特性,将偏振光入射至组织,则可使光透入较深层组织;根据Malus' law:如果入射光源强度为 I_0 ,穿透光的强度为 I ,入射光的偏振方向与主轴夹角为 θ ,则 $I = I_0 \cos^2 \theta$ 。

[0041] 另外由于偏振片仅能使固定方向的光通过,因此能抑制散射光干扰外部成像,使体外观测时程像光点较为清晰,如下式:

$$[0042] \quad \text{Contrast(对比)} = \left| \frac{i_{tar} - i_{bg}}{i_{tar} + i_{bg}} \right| \quad \circ$$

[0043] 利用偏振光可改善中心点定位,使其误差值降低而以现有例子约可降低10%。

[0044] 又、本发明可进而结合一第二偏振片160',置于该肌肉组织120的穿透光侧,用以使固定方向的穿透光通过,而抑止通过该肌肉组织120的散射光干扰外部成像。其中该一偏振片160光的强度 I 的计算公式为 $I = I_0 \cos^2 \theta$,其中 I_0 为入射光的强度, θ 为该入射光的偏振方向与一主轴的夹角。

[0045] 如图3所示,本发明的定位系统100可结合一衰减片170,置于该肌肉组织120的穿透光侧,用以减少该肌肉组织内重复散射的光发射至该肌肉组织外,使直行的光穿透而出。于体外观测光点中心点时,最能准确且有效的方法即为增加成像的对比度。且由于该衰减片170能以一定的比率减弱光的强度,来得到适当的光量,且衰减后的光并不会改变光谱波长、光束大小,仅减少光量通过,因此对色彩并无影响,仅会降低光通量。因此我们利用衰减片或其余光学元件使耦至光纤,减少于体内重复射的光发射于体外,使只有直行的光能穿透组织,使得于体外仅观测到直行光,而抑止散射光出于体外,此方法能更易于体外光点的观测,减少中心点定位的误差。

[0046] 又、不同衰减片的穿透率不同,可依据所需而选择合适的衰减片。

[0047] 又如图4所示,于本发明的定位系统100中,该至少一光源111可为两个光源1111,1112,用以分别发射两个具有不同波长的激光经由光纤113至一待测物,即该肌肉组织120,如前所述,其内含有骨髓、骨髓内钉,使于一电荷耦合装置(CCD)180上分别产生具两个同心圆的中心光点,以利于该中心点的定位。其中产生两个该不同波长的激光的波长分别为

635nm及1064nm。

[0048] 另,根据Rayleigh scattering散射强度 $I(\lambda)$ 散射与波长 λ^4 成四次方反比,即

$$[0049] \quad I(\lambda)_{scattering} \propto \frac{I(\lambda)_{incident}}{\lambda^4}$$

[0050] 亦即,不同波长会有不同的散射强度,因此若同时打入两道不同波长的光,则可于体外观测到两个同心圆,此于中心点的定位上将更加容易。

[0051] 如图5所示,本发明的定位系统100可进而包含一光纤耦合器(NX1coupler)190,用以结合两个以上光源所发射的具有相同波长的激光而照射至该待测物120,以提高发光功率。于本案实施例中,该激光的波长为635nm。

[0052] 于本发明的定位系统中,该激光的波长的范围为600nm至1500nm。

[0053] 此外,本发明的定位系统,该骨骼为一骨折的下肢骨,自然亦可应用至上肢骨。

[0054] 藉由本发明的上述定位系统,兹举另一实施例以解说本案进行腿骨骨折的固定骨髓腔螺钉的步骤如下:

[0055] 1. 术前准备,包括病患骨折处的麻醉,清理,消毒,使病患就手术位置(位置),并以手动牵引方式使断骨复位。

[0056] 2. 于皮肤的适当部位做适当长度的切开(切口),使其深可见骨,决定钢钉于骨骼上的插入位置。

[0057] 3. 使用钻孔器(铰刀)或锥子(锥)于插入位置的骨骼上钻孔,打开骨髓腔。

[0058] 4. 将钢钉缓慢地向前推进而使其贯穿骨折处,注意该钢钉应保持于骨髓腔的中心。

[0059] 5. 视需要可使用套管状钻孔器或较细的钢钉扩大骨髓腔,以利于后续插入固定用钢钉。

[0060] 进行钢钉上贯孔的定位,详细定位步骤说明如下:

[0061] (1) 利用体外定位装置对组织做180度旋转找贯孔位置。

[0062] (2) 若找到光点后开始微调至最亮点为止。

[0063] (3) 利用衰减片或其于光学元件使耦至光纤的激光强度减弱至易于观测时。

[0064] (4) 并且再使用不同波长的光以减少光于体内的散射。

[0065] (5) 再利用调整偏振片的夹角,使光呈现线偏振光或圆偏振光,使光点达到最清晰为止;此目的为使此时体外的两光点轮廓更加清晰方便判断中心点位置。

[0066] (6) 最后并利用光学透镜固定于光点中央,使医生能直接观测到微小光点。

[0067] (7) 利用设计的固定器固定于两光点上,并确保两光点、贯孔及锥子接成同一直线上,以避免螺钉错置的情况。

[0068] (8) 于出光端的中心点处的皮肤上作深可见骨的切开,以锥子于骨骼上钻孔并锁入固定螺钉。

[0069] (9) 重复步骤(1)至(8),以定位较近的两个远端贯孔及两个近端贯孔(近侧孔)并锁入固定螺钉。

[0070] 亦即,依据本发明的另一实施例,本发明的一种非侵入式锁固骨骼的定位方法,包含下列步骤:

[0071] 于一骨折的下肢骨的骨髓内置入一骨髓内钉,该骨髓内钉具有一管壁及贯穿该管壁的至少一贯孔,以供锁固;提供一体外定位装置,具有至少一光源,用以发射至少一波长的激光至环覆该下肢骨的一肌肉组织,该体外定位装置对该肌肉组织作180度旋转,以寻找穿透该贯孔的位置,并于找到一光点的后开始微调至该光点为最亮处止,其中该至少一光源是经由一光纤导引发射该激光;提供一衰减片,使耦合至该光纤的激光于穿透该肌肉组织的光的强度减弱至易于观测;使该至少一光源发射具有二个波长的激光,其可于穿透该肌肉组织后产生具两个同心圆的中心光点,以利于该中心光点的定位;提供至少一偏振片,并调整夹角,用以使固定方向的该二个激光通过,使该穿透光具有清晰的光点;提供一光学固定器,具有一聚焦透镜,固定于该光点中央,使能直接观测到微小光点;将该光学固定器的一固定器固定于该发射光及该穿透光的两光点上,并确保该两光点、该贯孔及一锥子接成同一直线上;以及于穿透光端的中心点处的皮肤上作深可见骨的切开,以该锥子于下肢骨上钻孔,并锁入固定螺钉。

[0072] 于上述定位方法中,可进而重复步骤上述,以定位较近的两个远端贯孔及两个近端贯孔(近侧孔),并锁入固定螺钉。

[0073] 与本发明的定位系统相似,本发明的激光的波长范围为600nm至1500nm。

[0074] 此外,产生二个波长的激光分别为635nm及1064nm。

[0075] 另外,依据本发明,该至少一光源是为产生脉冲激光的光源,或为具有控制激光出光的时间间隔的光源,除了能避免光于同一区域长时间持续照射外,也能利用时间分辨率以达到增加定位的精准度。

[0076] 标号列表

[0077]	100	非侵入式锁固骨骼的定位系统
[0078]	100a	定位系统的贯孔寻找架构图
[0079]	100b	定位系统的螺钉锁固架构图
[0080]	110	体外定位器
[0081]	111,1111,1112	至少一光源
[0082]	112	滑轨
[0083]	113	光纤
[0084]	120	肌肉组织
[0085]	130	骨髓
[0086]	140	骨髓内钉
[0087]	141	管壁
[0088]	142	贯孔
[0089]	150	光学定位器
[0090]	151	光学透镜
[0091]	152	定位环部
[0092]	160	第一偏振片
[0093]	160'	第二偏振片
[0094]	170	衰减片
[0095]	180	电荷耦合器

[0096] 190

光纤耦合器

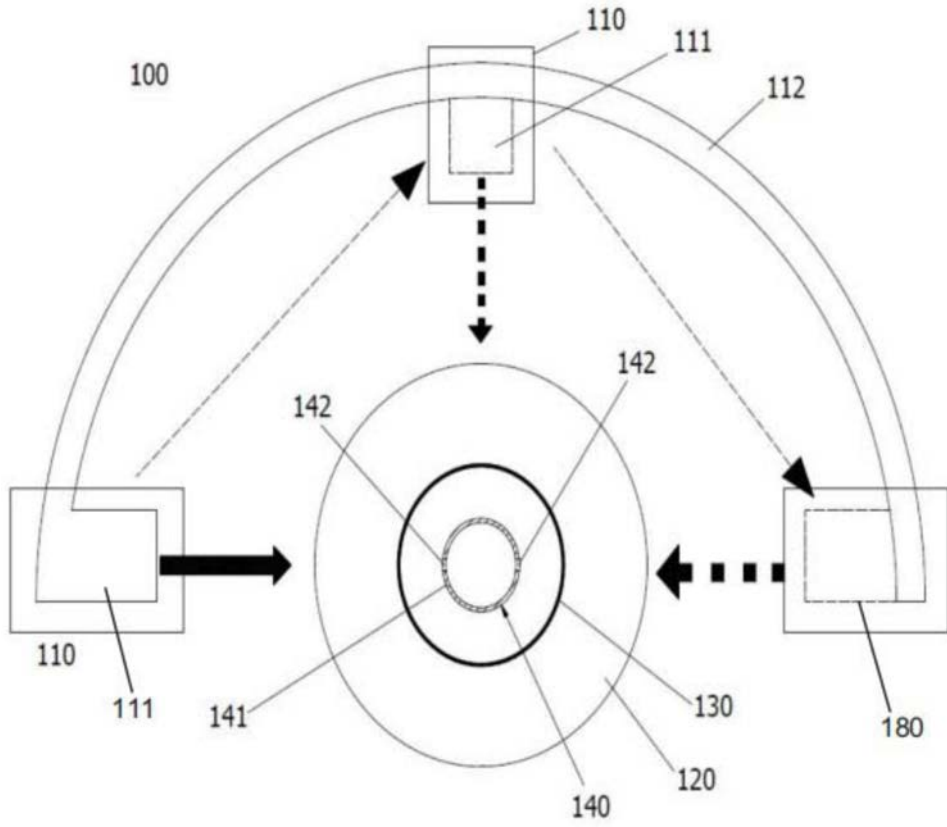


图1a

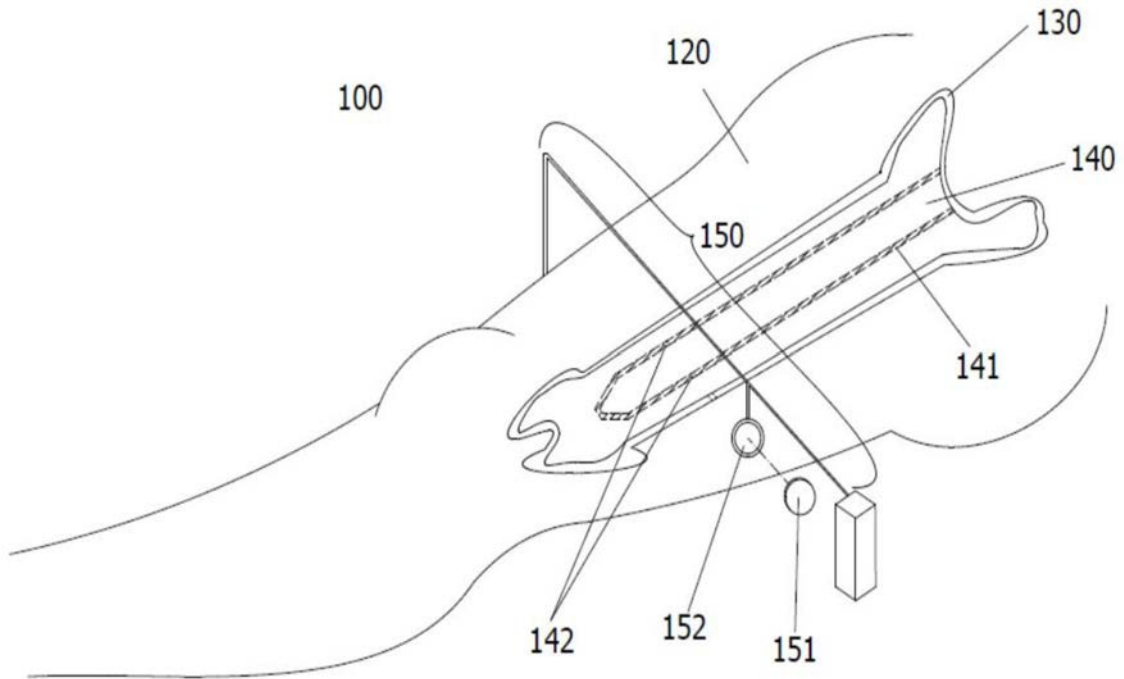


图1b

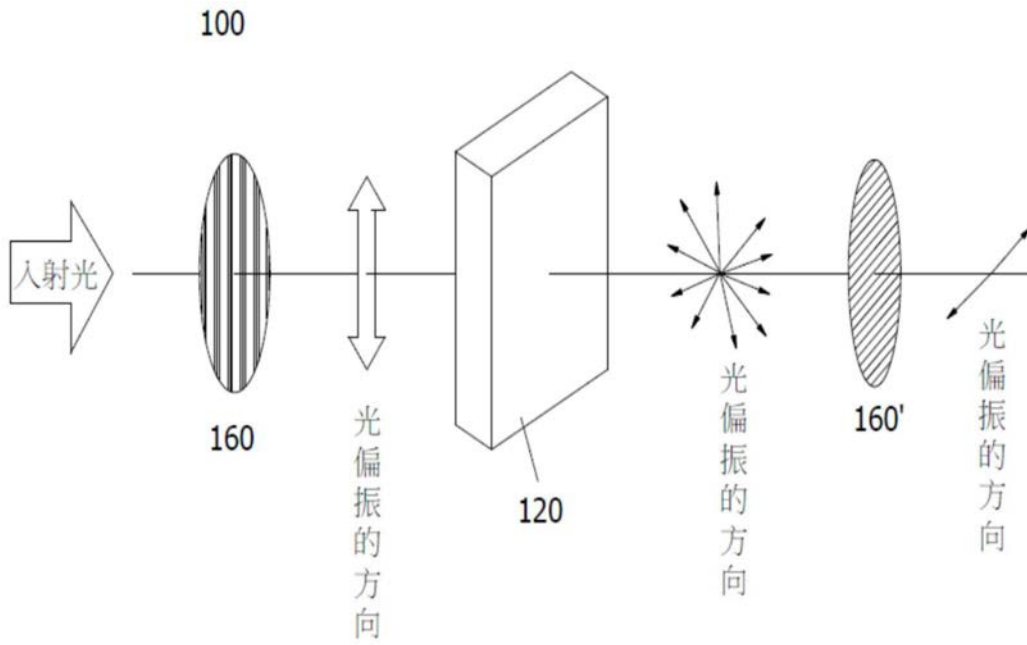


图2

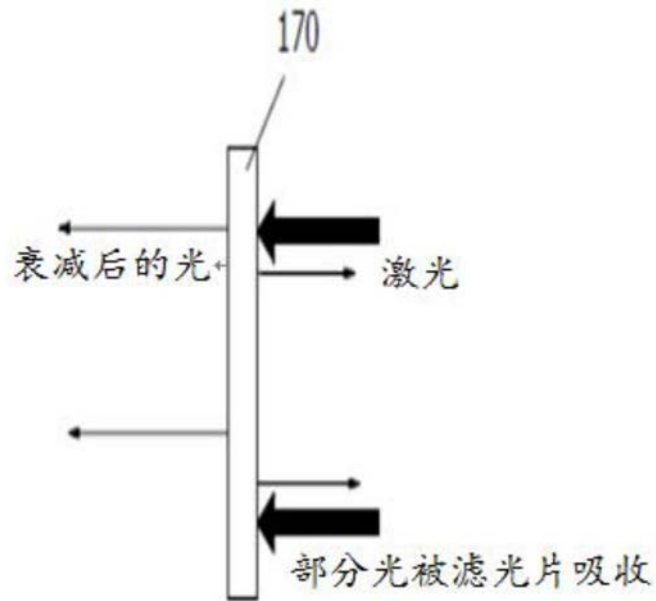


图3

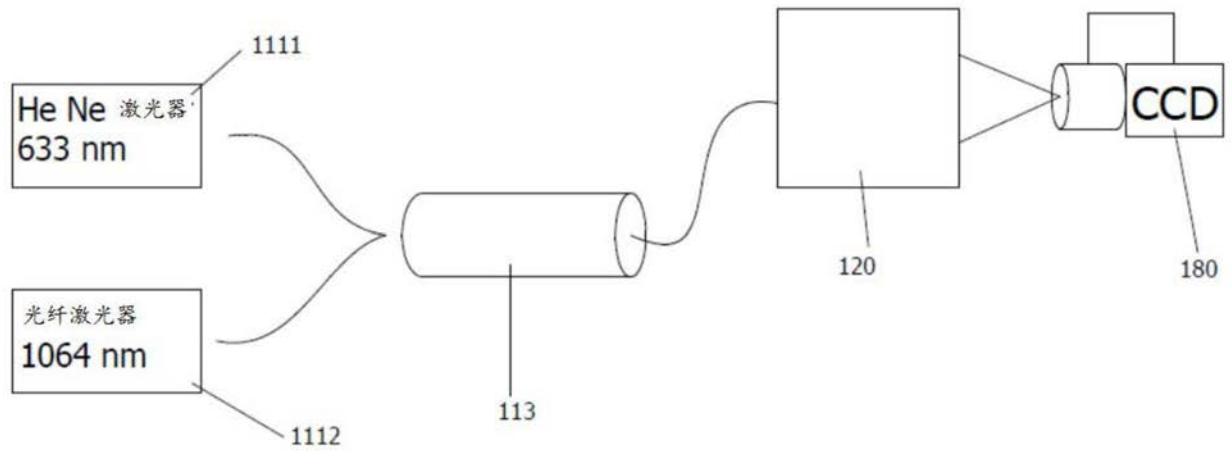


图4

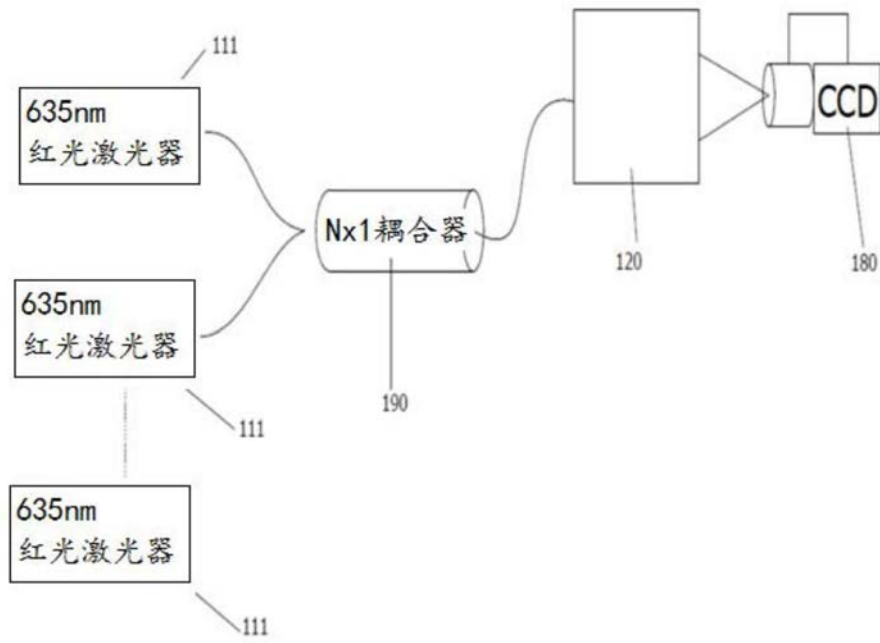


图5